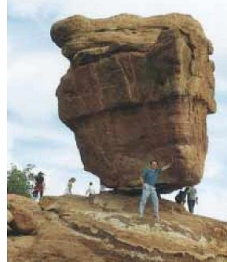


Bölüm:12

STATİK DENG VE ESNEKLİK

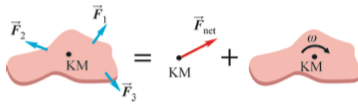


- Denge Şartları
- Ağırlık Merkezi
- Statik Denge'deki Katı Cisimlere Örnekler
- Katıların Esneklik Özellikleri



STATİK DENGİNİN İKİ KOŞULU

Katı cisimlerin en genel hareketinin, iki bileşene ayrılabilceğini görmüştük.



- Kütle merkezinin öteleme hareketi:

$$\sum_i \vec{F}_i = m \vec{a}_{KM}$$

- Kütle merkezi etrafında dönme hareketi:

$$\sum_i \tau_{i,KM} = I_{KM} \alpha$$

Katı cismin statik dengede olabilmesi için bu iki hareket türünün engellenmiş olması gerekir.

- Öteleme hareketinin engellenmiş olması için gerekli koşul:

Dengenin 1. Koşulu

Bir cisme etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır:

$$\sum_i \vec{F}_i = 0 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \sum_i F_{i,x} = 0 \\ \sum_i F_{i,y} = 0 \end{cases}$$

- Dönme hareketinin engellenmiş olması için gerekli koşul:

Dengenin 2. Koşulu

Bir cisme etkiyen kuvvetlerin, keyfi bir eksene göre net momenti sıfır olmalıdır:

$$\sum_i \tau_i = 0$$

- Momentin kütle merkezine göre alınması şart değildir.
(Cisim dönmüyorsa, her eksene göre momenti sıfır demektir.)

Denge Şartları

Bir parçacığın dengede olabilmesi için, parçacığa etki eden net kuvvetin sıfır olması gerekir.

Bir cismin denge şartı;

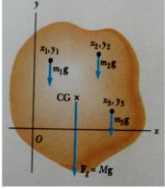
- 1) Dış kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır
- 2) Herhangi bir dönme eksenine göre dış torkların bileşkesi sıfır olmalıdır.

"Statik Denge" halinde cisim durgun haldedir. Yani çizgisel ve açısal hızı sahip değildir!

Ağırlık Merkezi

Eşit büyüklükte aynı doğrultuda, fakat zıt yönlü iki kuvvet, bir cisim üzerindeki aynı noktaya etki ederse denge oluşur.

İki kuvvet aynı etki doğrultusunda etki etmeyecek şekilde kuvvetlerden birinin uygulama noktası kaydırılırsa, bir kuvvet çifti oluşur ve cisim açısal ivme kazanır.

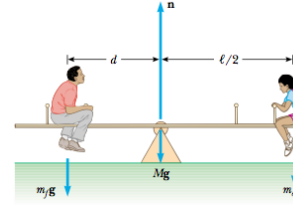


Katı bir cismin değişik kütle elemanları üzerine etki eden değişik çekim kuvvetlerinin tümü, cismin "ağırlık merkezine" etki eden tek bir çekim kuvvetine eşdeğerdir.

$$x_{CG} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

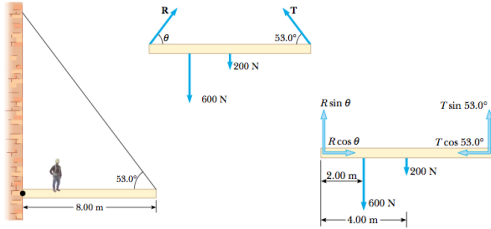
Örnek:

40 N ağırlığındaki düzgün bir kalas şekilde gösterildiği gibi ağırlıkları sırayla 800 N ve 350 N olan baba ve kız taşımaktadır. Destek kalasın ağırlık merkezinin altında ise ve 800 N ağırlığındaki baba merkezden 1 m uzakta ise a) destek tarafından kalasa uygulanan yukarıya doğru n kuvvetini bulunuz, b) Sistemin dengede olabilmesi için, 350 N ağırlığındaki çocuğun nereye oturması gerektiğini bulunuz, c) başka bir eksen için b'yi tekrarlayınız.



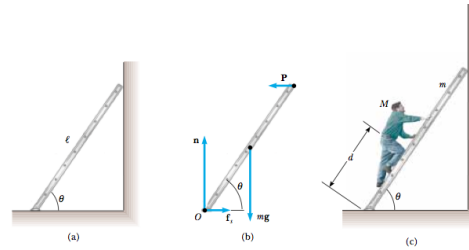
Örnek:

8m uzunluğunda ve 200 N ağırlığında düzgün bir kalas yatay duracak şekilde ve kolayca dönebileceği bir mil aracılığıyla duvara tutturulmuştur. Kalasın öteki ucu, yatay doğrultuyla 53° lik açı yapan bir kabloyla duvara bağlıdır. 600 N ağırlığındaki bir adam kalasın üzerinde duvardan 2 m uzakta ayakta durursa, halattaki gerilmeyi ve duvar tarafından kalasa uygulanan kuvveti bulunuz.



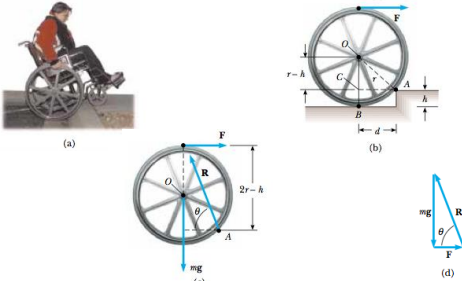
Örnek:

l uzunluğunda ve $mg = 50N$ ağırlığında düzgün bir merdiven, düşey ve pürüzsüz bir duvara yaslanmıştır. Merdiven ve yer arasındaki statik sürtünme katsayısı $\mu = 0,40$ olduğuna göre, merdivenin kaymadan durabilmesi için en küçük θ_{\min} açısını bulunuz.



Örnek:

Şekilde görüldüğü gibi tekerlekli sandalyenin büyük tekerini kaldırıma çıkarmak için uygulanması gereken F kuvvetinin büyüklüğünü bulunuz. Kaldırma için bu tekerin yarıçapı r ve kaldırımın yüksekliği h'dir.



Katıların Esneklik Özellikleri

Bir cisim üzerine dış kuvvet etki etmesi halinde, cismin şeklinin veya büyüklüğünün bozulması değişmesi mümkündür.

Bazı bozulmalar esnek karakterlidir ve denge şartlarını etkilemez

Esnek: Bozucu kuvvet ortadan kalktığında cisim ilk şekline geri döner.



Katıların Esneklik Özellikleri

Katıların bozulması zor ve zorlanma kavramlarından yararlanarak açıklanır.

Zor: Cisim üzerine birim kesit başına etki eden kuvettir.

Zorlanma: Bozulma derecesinin bir ölçütüdür.

$$\text{Esneklik Modülü} = \frac{\text{Zor}}{\text{Zorlanma}}$$

Katıların Esneklik Özellikleri

Bozulmanın üç değişik şeklini göz önüne alacağız;

- 1) Katının, uzunluğundaki bir değişime karşı gösterdiği direncin bir ölçüsü olan "**Young sabiti**" (**Young modülü**)
- 2) Katının, atomik düzlemlerinin birbiri üzerinde kayması şeklinde ortaya çıkan harekete karşı gösterdiği direncin bir ölçüsü olan "**kesme sabiti**" (**makaslama modülü**)
- 3) Katıların veya sıvıların, hacimlerinde meydana gelecek değişime karşı gösterdikleri direncin bir ölçüsü olan **hacim (bulk)** modülü.

Young Sabiti (Young Modülü): Uzunlukta Esneklik

➤ Kesit alanı A ve L_i uzunluğundaki bir çubuk üzerine F dış kuvveti uygulandığında, çubuğun içindeki iç kuvvetler uzunluk değişimine karşı koymaya çalışır.

➤ Denge durumunda, çubuğun L_i 'den daha büyük bir L_{son} uzunluğuna ulaşmış ve dış kuvvet, iç kuvvetler tarafından tam olarak dengelenmiştir.

➤ Dış kuvvetin F büyüklüğünün, çubuğun A kesit alanına oranı "gerilme zoru" olarak tanımlanır. Gerilme zorlaması çubuğun uzunluğundaki ΔL değişiminin, çubuğun ilk uzunluğu olan L_i 'a oranı olarak tanımlanır.

$$Y = \frac{\text{gerilme zoru}}{\text{gerilme zorlanması}} = \frac{F / A}{\Delta L / L_i}$$

Young Modülü

Typical Values for Elastic Moduli			
Substance	Young's Modulus (N/m ²)	Shear Modulus (N/m ²)	Bulk Modulus (N/m ²)
Tungsten	35×10^{10}	14×10^{10}	20×10^{10}
Steel	20×10^{10}	8.4×10^{10}	6×10^{10}
Copper	11×10^{10}	4.2×10^{10}	14×10^{10}
Brass	9.1×10^{10}	3.5×10^{10}	6.1×10^{10}
Aluminum	7.0×10^{10}	2.5×10^{10}	7.0×10^{10}
Glass	$6.5-7.8 \times 10^{10}$	$2.6-3.2 \times 10^{10}$	$5.0-5.5 \times 10^{10}$
Quartz	5.6×10^{10}	2.6×10^{10}	2.7×10^{10}
Water	—	—	0.21×10^{10}
Mercury	—	—	2.8×10^{10}

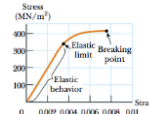
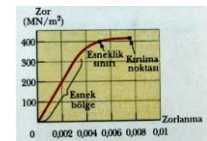
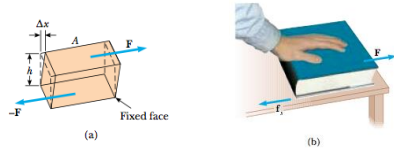


Figure 12.15 Stress-versus-strain curve for an elastic solid.



Kesme Sabiti (Kesme Modülü): Şeklin Esnekliği

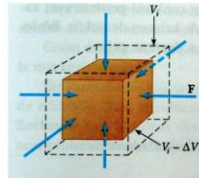
Cismin bir yüzü sürtünme kuvveti tarafından sabit bir konumda tutulurken, öteki yüzüne, yüzeye teğet bit F kuvveti uygulandığında ortaya çıkan bozulmaya "kesme zoru" denir.



$$S = \frac{\text{kesme zoru}}{\text{kesme zorlanması}} = \frac{F / A}{\Delta x / h}$$

Hacim Sabiti (Bulk Modülü): Hacim Esnekliği

Bulk modülü düzenli bir şekilde sıkıştırılan bir cismin buna karşı koyma özelliğine denir.



$$B = \frac{\text{Hacim zoru}}{\text{Hacim zorlanması}} = - \frac{F / A}{\Delta V / V_i} = - \frac{\Delta P}{\Delta V / V_i}$$

Özet

➤ Katı bir cisim, ancak üzerine etki eden bileşke dış kuvvet sıfır ve üzerindeki bileşke dış tork herhangi bir eksene göre sıfır olduğunda dengededir.

$$\sum F = 0 \quad \sum \tau = 0$$

➤ Bir cisim üzerine etki eden yerçekimi kuvveti, ağırlık merkezi olarak adlandırılan tek bir noktaya etki eden bir kuvvet olarak düşünülebilir. Cisim düzgün bir yer çekimi alanı içindeyse bu cismin ağırlık merkezi ile kütle merkezi çakışır.

➤ Bir katının esneklik özellikleri zor ve zorlanma kavramları ile ifade edilir. Zor, bozulmayı meydana getiren kuvvetle orantılıdır, zorlanma ise bozulma derecesinin bir ölçütüdür.

$$\text{Esneklik Modülü} = \frac{\text{Zor}}{\text{Zorlanma}}$$

➤ Yaygın olarak üç değişik bozulma şekli vardır: 1) Yük altındaki bir cismin uzamaya karşı gösterdiği direnç (Young Modülü, Y), 2) Katıdaki atomik düzlemlerin birbiri üzerinde kaymasına karşı, katının gösterdiği direnç (Kesme Modülü, S), 3) Bir katının (veya sıvının) hacim değişimine karşı gösterdiği direnç (Bulk Modülü, B)

